

# **GEOPROCESSAMENTO APLICADO À FISCALIZAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE - A PRÁTICA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL “MESTRE ÁLVARO” - SERRA – ES**

## **GEOPROCESAMIENTO APLICADAS A LA VIGILANCIA DE LAS ÁREAS DE PROTECCIÓN PERMANENTE - A LA PRÁCTICA EN EL ÁMBITO DE LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE “MESTRE ÁLVARO” - SERRA - ES**

Caroline Araújo Costa<sup>1</sup>, João Pinto Nardoto<sup>2</sup>, Rodrigo Bettim Bergamaschi<sup>3</sup>.

1. Graduanda em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo, CEP 29075-910, Vitória (ES). carolinearaujo@gmail.com
2. Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo, CEP 29075-910, Vitória (ES). joaonardoto@gmail.com
3. Especialista em Geoprocessamento aplicado ao Planejamento Urbano e Rural pela Universidade Cruzeiro do Sul, CEP 03342-000, São Paulo (SP). rodrigo.bergamaschi@yahoo.com.br

**PALAVRAS-CHAVES:** Geoprocessamento, análise ambiental, áreas de proteção permanente, áreas urbanas e fiscalização.

**PALABRAS CLAVE:** Geoprocementamiento, análisis ambiental, áreas de protección permanente, las zonas urbanas y la vigilância.

### **1 INTRODUÇÃO**

Ao se tratar de América Latina, composta por países ditos em desenvolvimento, é notória a necessidade de conservar e principalmente fiscalizar as áreas de proteção ambiental e permanente, em especial dos ecossistemas urbanos, já que a porção insular da América é marcada por uma dinâmica própria de crescimento na qual impera desajustes estruturais que influenciam decisivamente na qualidade de vida da população. (SILVA & ZAIDAN, 2007).

Um dos reflexos destes desajustes consiste na invasão de áreas de especial valor ambiental pela expansão urbana, o que é agravado pelo fato de muitas vezes ser estabelecidas moradias em áreas que oferecerem riscos a estas (como deslizamentos, enchentes, etc.) devido à falta de planejamento territorial. Além disso, é cada vez mais rápido o ritmo de consumo dos recursos naturais disponíveis, o que tem como consequência a aceleração exponencial da degradação ambiental, esta passível de gerar colapsos com a falta de recursos para o desenvolvimento.

A tal problemática, uma das soluções palpáveis difundidas atualmente é o planejamento ambiental. De acordo com FRANCO (2001, p.34) pode-se entender planejamento ambiental como “todo o esforço da civilização na direção da preservação e conservação dos recursos ambientais de um território, com vistas a sua própria sobrevivência”, dependente então se seu nível sócio-educacional.

Devido ao exposto, o presente trabalho justifica-se pela necessidade de identificação das áreas em desacordo com a lei de proteção permanente, sobretudo nas áreas urbanas e, logo, de esclarecimento de seu quadro urbano-ambiental, como uma das maneiras de auxiliar a institucionalização de tal forma de desenvolvimento.

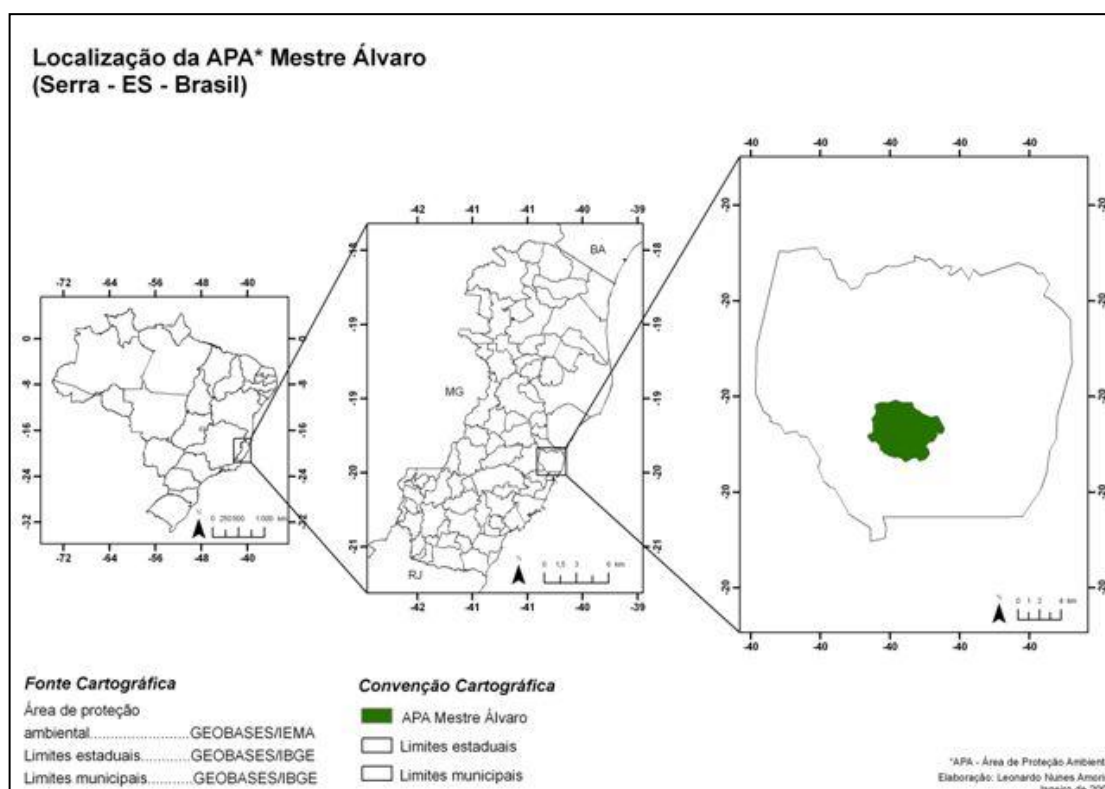
Por meio dos resultados de identificação das áreas de proteção permanente, dar-se respaldo aos órgãos competentes à administração de tais para que promovam penalidades aos transgressores como o impedimento dos usos indevidos por meio de multas financeiras ou aplicações de modelos de recuperação das áreas culpadamente degradadas. Além disso, as análises descritas e as bases de dados geradas poderão servir de suporte a muitos outros estudos ambientais, como o monitoramento das infrações (SILVA & ZAIDAN, 2007).

Assim, objetiva-se contribuir para os estudos ambientais aplicados ao planejamento territorial do município de Serra (ES), com aplicação metodológica na Área de Preservação Ambiental Mestre Álvaro, por meio da análise da situação ambiental de infrações de Áreas de Proteção Permanente (APP) da área. Para tanto será utilizada tecnologia associada aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), cujo crescente avanço é de grande utilidade ao suporte de políticas públicas, devido à facilidade e eficiência de seu uso.

É válido ressaltar aqui, também, que os softwares de geoprocessamento funcionam tão somente como suporte aos profissionais competentes a sua utilização, e que o conhecimento pertinente à elaboração e interpretação de dados gerados a partir destes softwares é intrínseco a estes profissionais.

## 2 ÁREA DE ESTUDO – APA MESTRE ÁLVARO

A Área de Proteção Ambiental (APA) Mestre Álvaro está localizada no município da Serra, Espírito Santo, Brasil, sob os pontos de coordenadas UTM 40°10'49,47" W e 20°10'2,41" S.



**Figura 1:** Mapa de localização da APA Mestre Álvaro  
**Elaboração:** Leonardo Nunes Amorim

O maciço do Mestre Álvaro é uma feição granítica que faz parte do conjunto da Serra do Mar, e se destaca na paisagem dos tabuleiros litorâneos e das planícies flúvio-marinhas, cujo

ponto mais alto possui 833 metros de altitude. Sua vegetação é constituída de Mata Atlântica de encosta com diversos córregos e nascentes (SEMMA, 2008).

Devido ao seu valor e importância, não apenas para o Município como também para o Estado, o Mestre Álvaro foi transformado em Reserva Biológica e Parque Florestal pela Lei Estadual nº 3.075 de 09 de agosto de 1976 com uma área de 3.470 hectares. Teve sua categoria de manejo alterada para Área de Proteção Ambiental pela Lei Estadual nº 4.507 de 08 de janeiro de 1991, sendo o IDAF o órgão gestor desta unidade de conservação.

Por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental Estadual do grupo uso sustentável, a categoria permite “a exploração do meio ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos de forma socialmente justa e economicamente viável” (Lei Federal nº 9.985/2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação). (PMS, 2008)

Esta APA está localizada próxima à área urbana – a quatro quilômetros da sede municipal e a 11, 6 quilômetros do litoral – circunscrita por diversos bairros de população com baixo poder aquisitivo (SEMMA, 2008).

Devido a tal proximidade a área sofre forte pressão urbana e agressão aos recursos naturais. Por meio da visualização de mapas do uso do solo da região percebe-se facilmente o retalhamento da cobertura do solo local.



**Figura 2:** APA Mestre Álvaro – Vista dos bairros periféricos

**Fonte:** Google Earth

### 3 METODOLOGIA

As etapas metodológicas foram divididas em: levantamento de dados, geoprocessamento dos dados e análise de conflitos. A primeira faz menção à aquisição e estabelecimento das doutrinas legislativas e dos planos de informações. A segunda equivale à manipulação de dados georeferenciados de forma a gerar mapas temáticos que servirão aos objetivos traçados. A última

objetiva o agrupamento e a análise espacial dos dados. A seguir cada uma destas etapas será explanada individualmente.

### **3.1 Levantamento de Dados**

A esta etapa coube a adoção de doutrinas legislativas e levantamento de planos de informação de acordo com a necessidade dos objetivos propostos, bem como o estabelecimento das diretrizes básicas pertinentes a posterior geração dos mapas temáticos (projeção, datum, escala e equidistância de curvas de nível).

#### *Quanto a Legislação:*

A metodologia geral utilizada está calcada nas diretrizes legislativas instituídas pelo Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002 que, estabelece para este estudo, como áreas de proteção permanente:

- trinta metros no entorno de cursos d'água com menos de dez metros de largura;
- em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;
- no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base (MMA, 2009).

É válido ressaltar que as três classes de APPs aqui tratadas estão contidas dentro de uma unidade de conservação estabelecida - Área de Preservação Ambiental (APA) Mestre Álvaro. As APAs estão inseridas dentro do grupo das Unidades de Uso Sustentável, cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais, sendo permitida a ocupação humana controlada no seu interior (IEMA, 2008).

Então, mesmo que não haja proibição de habitação, residência e atividades produtivas nas APAs, estas devem ser orientadas e supervisionadas pela entidade ambiental encarregada de assegurar o atendimento das finalidades da legislação instituidora (ANTUNES, 1990). Este encargo é próprio da SEMAM-ES (Secretaria de Meio Ambiente do Espírito Santo), órgão competente designado, a nível estadual, para a fiscalização dessas áreas e, em caráter nacional, independente de leis municipais ou estaduais, quem desempenha esse papel é o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), podendo alterar e até criar suas resoluções. Contudo, quanto a APA Mestre Álvaro, o órgão gestor é o IDAF (Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal) (PMS, 2008).

#### *Quanto aos Planos de Informação:*

Foram utilizados diferentes planos de informações, na qual, de forma a facilitar o acesso e manuseio dos mesmos, estão no formato do arquivo vetorial padrão do ArcMAP, a extensão .shp (shapefile).

Os planos de informações trabalhados foram gentilmente cedidos pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), instituição responsável por pesquisas e informações estatísticas do Estado do Espírito Santo. Tais planos de informações pertencem ao GEOBASES - banco de dados georeferenciados do estado do Espírito Santo - na qual o IJSN é um dos associados.

São eles: cursos de água, curvas de nível, uso do solo, áreas de conservação, vias urbanas e vias interurbanas, pertencentes ao município de Serra, ES.

Estes estão configurados em projeção UTM e foram convertidos para o datum SIRGAS 2000. Objetivam-se os produtos finais em escala de, aproximadamente, 1:40.000. As curvas de nível possuem equidistância de 20 metros.

O cruzamento destes dados, devidamente georeferenciados, servirá a investigação e representação de suas ações conjuntas, com base nos objetivos propostos, na forma de mapas temáticos na qual: um será a cerca de da espacialização e visualização geral da área, três específicos a cerca de cada uma das classes de APPs presentes no local de estudo, um que demonstre o uso do solo local, bem como os equipamentos viários contidos em seu entorno e um que sobreponham as informações dos anteriores. Assim a análise dos mesmos dar-se-á do geral ao específico e, após, do singular ao conjunto.

### 3.2 Geoprocessamento dos Dados

Esta fase equivale à confecção da base de dados georeferenciados em formato digital que visem à manipulação dos mesmos para a posterior geração dos mapas temáticos que servirão aos objetivos traçados.

Pelo fato de a realização de estudos de cunho ambientais exigirem a manipulação de uma significativa gama de dados, que necessitam estar devidamente georeferenciados de forma a permitir o trabalho técnico a partir de planos de informações, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tornou-se de prima valia.

Portanto, tal sistema será aqui empregado, por meio do aplicativo ArcMAP, o módulo central e fundamental do ArcGIS 9.1. Isto porque tal SIG possui ferramentas que conferem maneiras práticas e intuitivas para o manejo de dados espaciais de forma a adquirir, manipular, analisar e exibir uma expressiva quantidade de dados geográficos. Os procedimentos adotados para a confecção de cada um dos mapas pré-estabelecidos estão detalhados a seguir.

#### - *Mapa do Perfil Topográfico*

Este mapa visa espacializar os contornos gerais da área de estudo. De posse do plano de informação da delimitação APA Mestre Álvaro, bem como de suas curvas de nível, as últimas foram interpoladas (equidistância de 20 metros) com o intuito de gerar um TIN (do inglês “Triangular Irregular Network”), ou grade triangular, que nada mais é do que “uma estrutura do tipo vetorial com topologia do tipo nó-arco e representa uma superfície por meio de um conjunto de faces triangulares interligadas” (SANTOS, 2007). Este TIN permite uma visualização 3D da área. De posse deste pode-se, então, traçar o perfil topográfico do local por meio do comando *Interpolate Line* contido na opção *3d Analyst* que irá demonstrar com precisão a amplitude altimétrica local. Esta base de dados digital gerada será novamente empregada para o mapa de delimitação das APPs em topos de morro.

#### - *Mapa de delimitação das APPs ao longo dos cursos d'água*

Este mapa visa delimitar as áreas de proteção permanentes no entorno de cursos d'água da área de estudo. Para tanto foi utilizado o plano de informação correspondente à rede hidrográfica orientada no sentido da foz. Conforme itens do art. 3º da Resolução CONAMA (Lei n.º 303 de 20 de março de 2002) a delimitação desta classe de APP foi realizada por meio do comando *Create Buffer*, contido na barra de ferramentas *Editor*, na qual se delimitou faixas de 30 metros para ambas as margens dos cursos d'água com largura inferior a 10 metros.

#### - *Mapa de delimitação das APPs em vertentes*

Este mapa visa delimitar as áreas de proteção permanentes em vertentes da área de estudo. Para tanto, reconheceu-se as áreas de vertente de inclinação superior a 45º, conforme itens do art. 3º da Resolução CONAMA (Lei n.º 303 de 20 de março de 2002). Os planos de

informação utilizados foram o de delimitação da APA e suas curvas de nível na qual, a partir da ferramenta *topo to raster*, transformou-se tal plano de informação para uma imagem do tipo *raster*. A partir de tal imagem foi utilizado o comando *slope* contido na opção *Spatial Analyst* para gerar a declividade local. A base de dados digital gerada, representativa da declividade, foi reclassificada em: 0 a 45° e acima de 45°, ou seja, declividade não considerada APP e considerada APP, respectivamente.

#### *- Mapa de delimitação das APPs em topos de morro*

Este mapa visa delimitar as áreas de proteção permanentes em topos de morro da área de estudo. Para tanto, baseou-se no artigo 3º da Resolução CONAMA (Lei nº 303, de 20 de março de 2002) que considera área de proteção permanente: no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base. Assim sendo, tem-se que para a APA Mestre Álvaro é considerado topo de morro as elevações acima da cota de 520 metros, já que se identificou que sua base corresponde à cota de valor 40 m e seu cume de 820 m. Estabelecido tal parâmetro, valeu-se do TIN gerado para o mapa do Perfil Topográfico, na qual foi reclassificado conforme o parâmetro acima, ou seja, acima de 520 metros classificou-se como área de proteção permanente.

#### *- Mapa de Uso do Solo*

Mapa de fundamental importância, pois é a partir deste que se terá base para cotejar as ocupações territoriais com as áreas que devem ser preservadas por lei.

As classes de uso do solo foram classificadas de acordo com o plano de informação “uso do solo” para a área da APA Mestre Álvaro

As categorias levantadas na área foram: afloramento/solo exposto, floresta natural primária ou secundária avançada ou média, pastagens, vegetação natural secundária e áreas alagadas.

Neste mapa estão também contidos as vias urbanas presentes no entorno da APA, de forma a demonstrar a pressão urbana presente no local.

### **3.3 Análise de Conflitos**

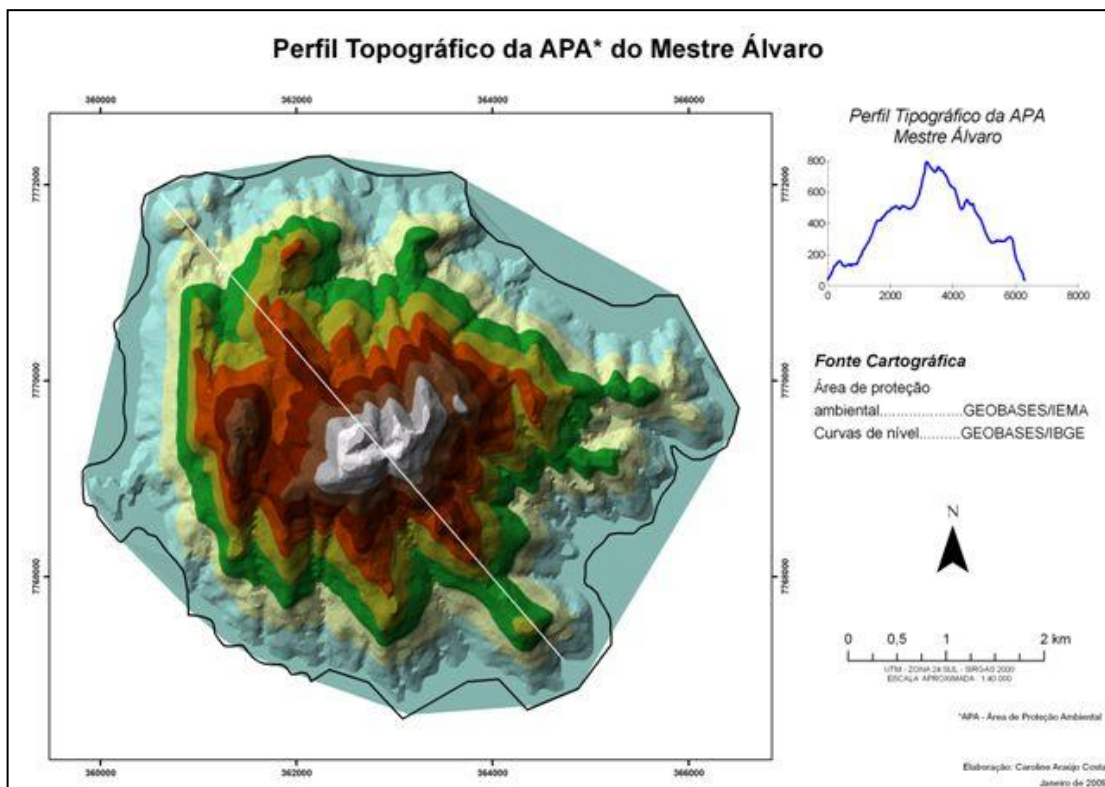
Nesta etapa os resultados obtidos nas anteriores serão sobrepostos de forma a facilitar o cotejamento das ações territoriais com as áreas que deveriam ser preservadas por lei, de forma a identificar as áreas de maior inadequação da ação antrópica. Ou seja, serão cruzadas as bases de dados obtidas a partir dos mapas temáticos correspondentes às três classes de APPs presentes no local de estudo com a base de dados do uso do solo local.

Este mapa temático, denominado “Cotejamento entre Uso do Solo e Áreas de Proteção Permanente na área da APA Mestre Álvaro, Serra, ES”, servirá de base de apoio a decisões. De acordo com SILVA & ZAIDAN (2007) a partir das classes registradas neste tipo de mapa avaliativo, poderão ser definidas as unidades e normas de manejo ambiental, o que poderá contribuir significativamente na elaboração ou na atualização do plano diretor do município em questão, no que tange a esta área de conservação.

## **4 RESULTADOS**

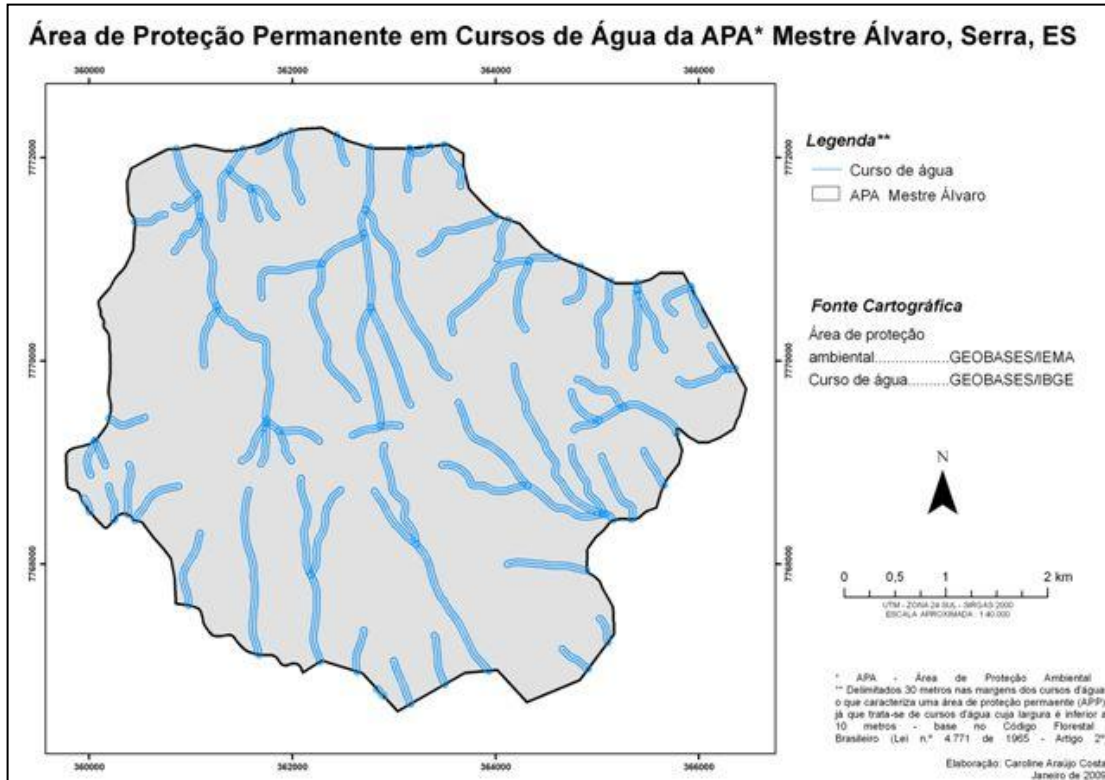
Prossegue então a apresentação dos mapas confeccionados.

- Mapa do Perfil Topográfico:



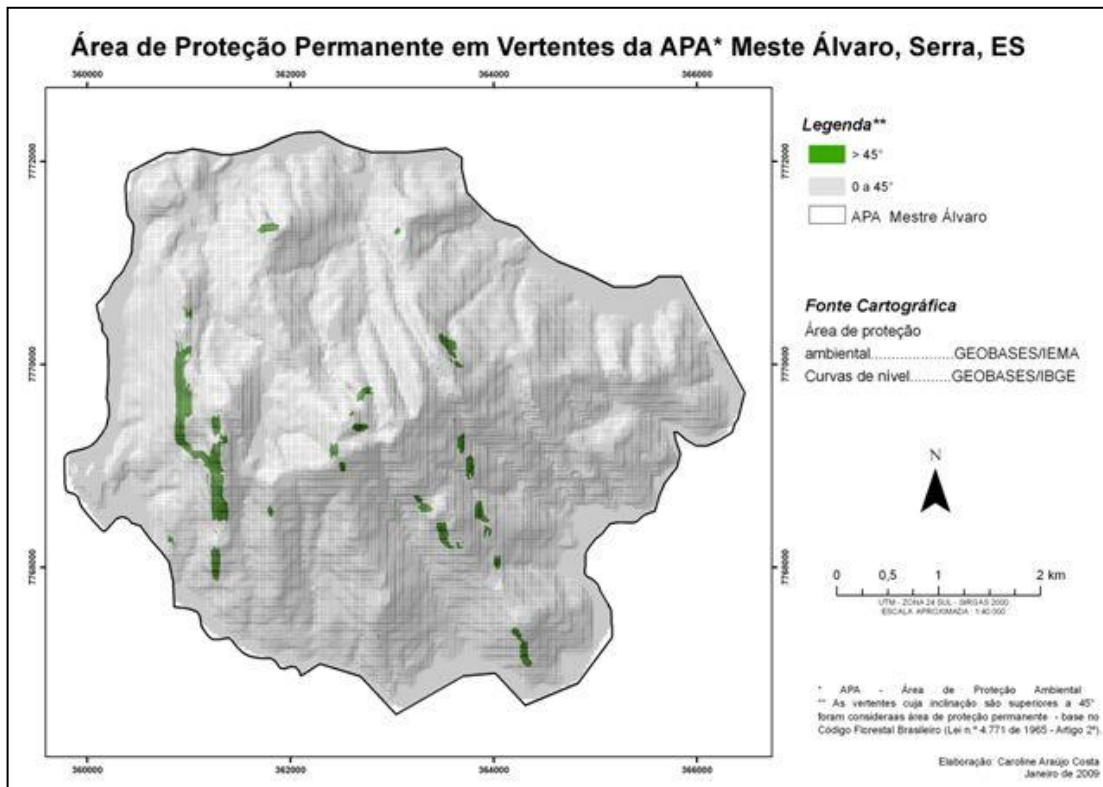
**Figura 3:** Mapa de Perfil Topográfico referente ao Maciço Mestre Álvaro.  
 Elaboração: Caroline Araújo Costa

- Mapa de delimitação das APPs ao longo dos cursos d'água:



**Figura 4:** Mapa de delimitação de APPs ao longo de cursos d'água da APA Mestre Álvaro.  
 Elaboração: Caroline Araújo Costa

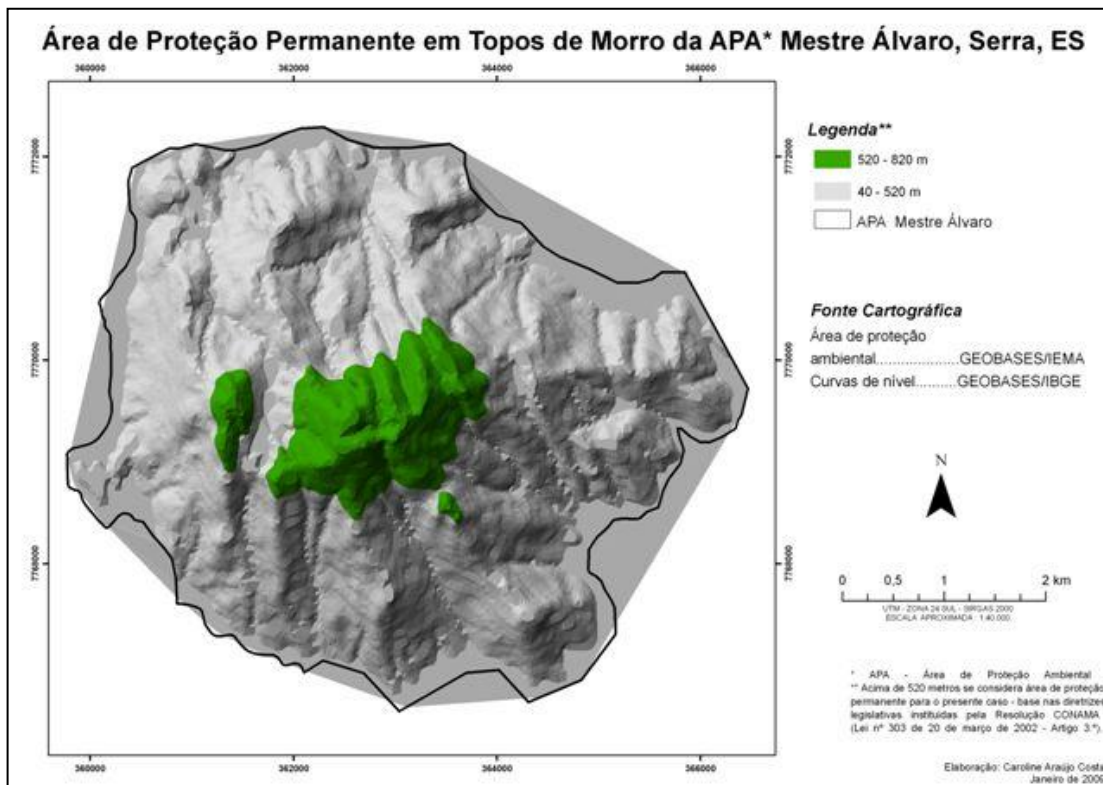
- Mapa de delimitação das APPs em vertentes:



**Figura 5:** Mapa de delimitação de APPs em vertentes do Maciço Mestre Álvaro.

**Elaboração:** Caroline Araújo Costa

- Mapa de delimitação de APPs em topos de morro:

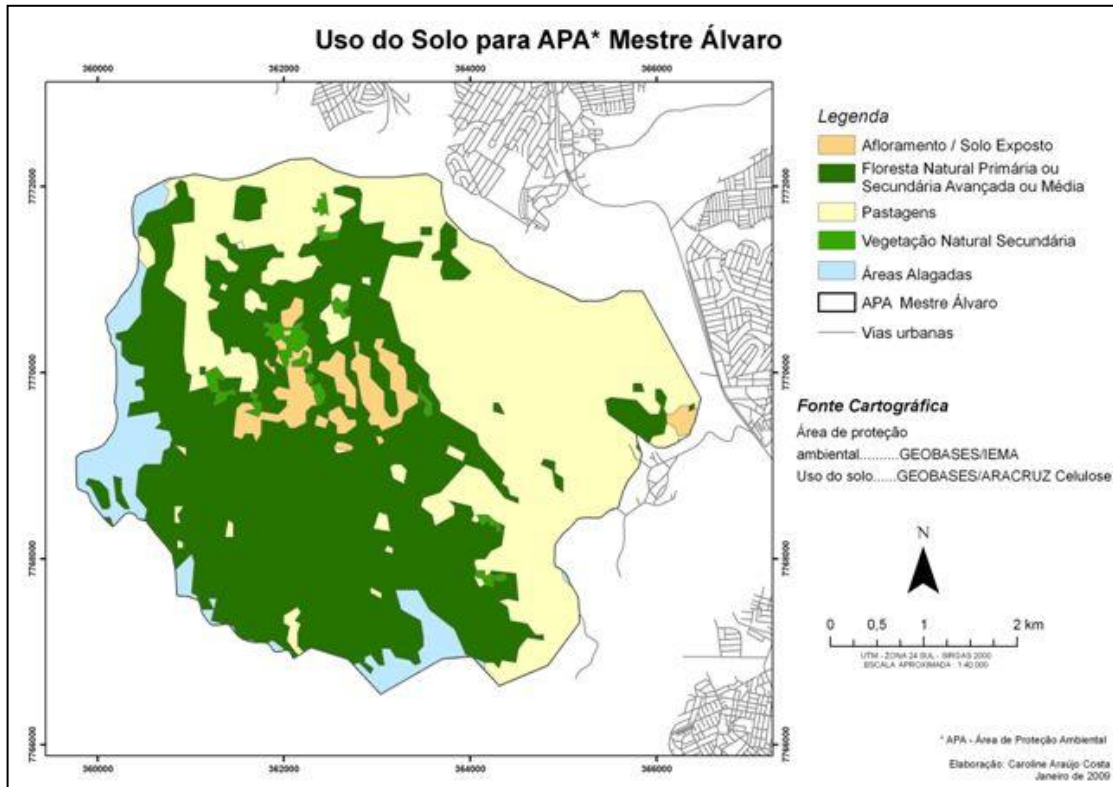


**Figura 6:** Mapa de delimitação de APPs em topos de morro do maciço Mestre Álvaro.

**Elaboração:** Caroline Araújo Costa



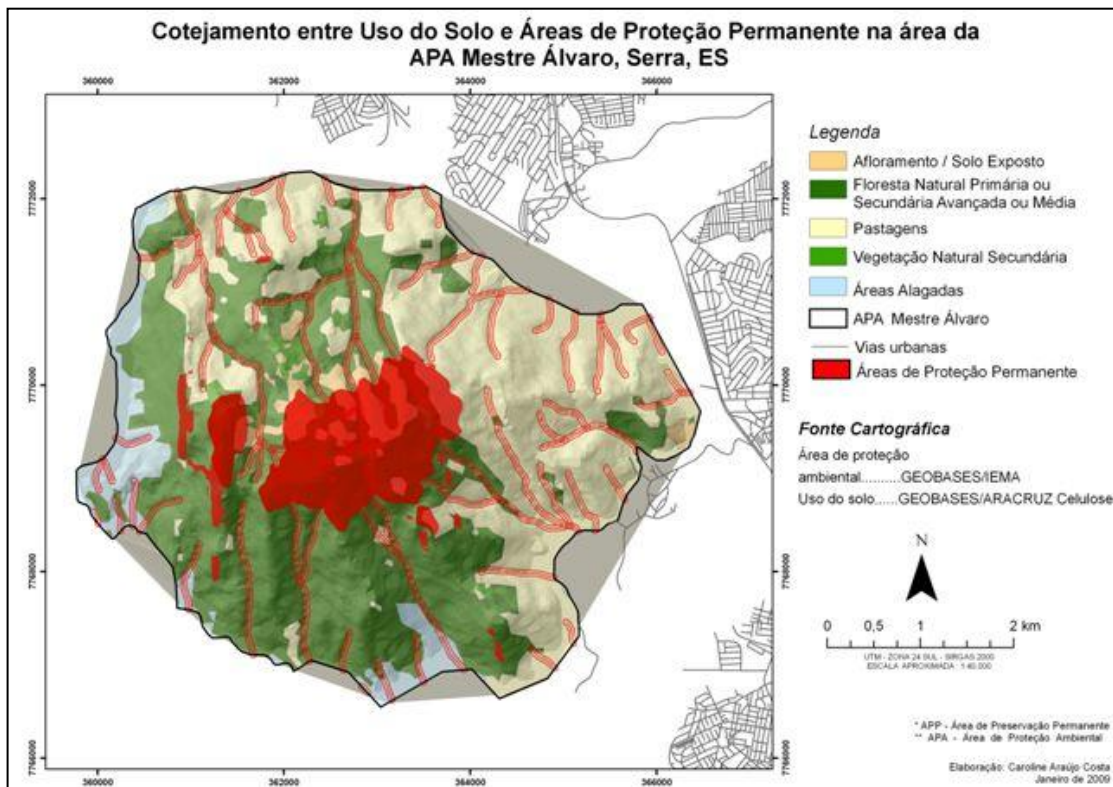
- Mapa do uso do solo:



**Figura 7:** Mapa do uso do solo correspondente à APA Mestre Álvaro.

**Elaboração:** Caroline Araújo Costa

- Mapa de cotejamento do uso do solo com as APPs:



**Figura 8:** Mapa de Cotejamento do uso do solo com as APPs referentes à APA Mestre Álvaro.

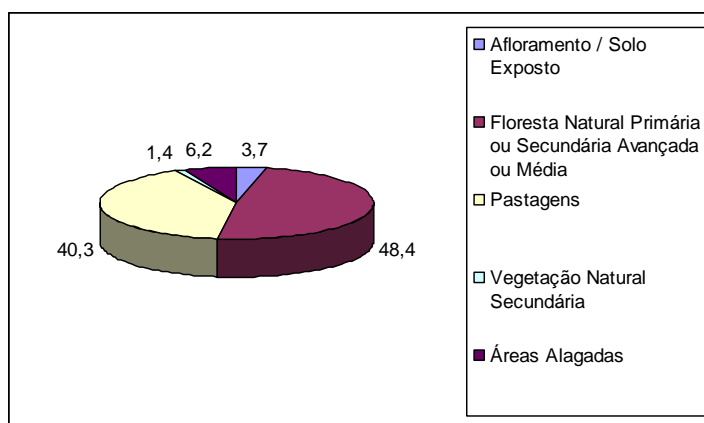
**Elaboração:** Caroline Araújo Costa

A partir do mapa denominado “Cotejamento entre Uso do Solo e Áreas de Proteção Permanente na área da APA Mestre Álvaro, Serra, ES”, mapa que agrega os resultados anteriores, podendo então ser considerado um resultado final, foi possível identificar a localização dos tipos de infrações legais associadas às áreas de proteção permanente. Para isso, primeiramente mensurou-se a área total correspondente a cada classe de uso do solo presentes no local de estudo. O resultado é demonstrado abaixo na forma de uma tabela e um gráfico:

**Tabela 1:** Expressões territoriais em km<sup>2</sup> e % das classes de uso do solo referentes à APA Mestre Álvaro:

Classes de uso do solo	Área em km <sup>2</sup>	Área em porcentagem
Afloramento / Solo Exposto	0,9552	3,7
Floresta Natural Primária ou Secundária Avançada ou Média	12,2651	48,4
Pastagens	10,2128	40,3
Vegetação Natural Secundária	0,3614	1,4
Áreas Alagadas	1,5677	6,2
Total	25,3622	100

**Organização:** Caroline Araújo Costa



**Figura 9:** Percentual gráfico das classes de uso do solo pertencentes à APA Mestre Álvaro.

**Elaboração:** Caroline Araújo Costa

É fácil inferir a partir destes dados que grande parte da área de estudo encontra-se bem preservada, já que 48,4% da área total constituem-se de “floresta natural primária ou secundária avançada ou média”. Contudo, outra grande parcela é constituída de “pastagens”, classe predominante em 40,3 % da área total.

Esta observação tornou-se bastante preocupante quando na análise deste mesmo mapa se notou que tal área de pastagem está bastante próxima dos núcleos urbanos, e em alguns locais as vias urbanas já invadem esta área de proteção. Isto porque a expressiva participação dessa classe na composição da paisagem demonstra o intenso processo de antropização a que a área tem sido submetida, o que não ocorre na vertente oposta, onde a pressão urbana é pouco significativa.

Além disso, apenas as classes pertencentes a este sistema antrópico caracterizam conflitos de uso na área, resultantes da intervenção humana. As encostas com declividade superior a 45° e os topos de morros encontram-se bem preservados, sendo os cursos d’água os mais atingidos pela ação humana.

Então, admiti-se que nesta área de pastagem se faz necessário maior acompanhamento por parte dos órgãos fiscalizadores, pois no perímetro urbano as APP's, em função do processo de uso e ocupação do solo, sejam residenciais, industrial ou outros, ao longo do tempo são descaracterizadas por supressão de vegetação, por aterros e, principalmente, por ocupações irregulares, que tendem a apresentar quadros, na maioria das vezes, irreversíveis.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo objetivou elaborar um mapa que correlacionasse o uso do solo com a ocorrência de conflitos com a legislação de APP na APA Mestre Álvaro, de acordo com o Artigo 3º da Resolução CONAMA (Lei n.º 303 de 20 de março de 2002) e valendo-se de técnicas relacionadas aos Sistemas de Informação Geográficas (SIGs). Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que:

A adoção do SIG permitiu a identificação automática das áreas de preservação permanentes e identificação de conflito de uso das classes presentes na área de estudo.

A área total da APA Mestre Álvaro é de 25,3622 km<sup>2</sup>, dos quais 48,4% por fragmentos florestais, 40,3% são cobertos por pastagem, 6,2% de áreas alagadas, 3,7% de afloramentos/solos expostos e apenas 1,4% de vegetação natural secundária.

A metodologia de delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente (APPs) mostrou-se bastante eficiente, por produzir de maneira automática informações precisas sobre as suas dimensões e distribuição espacial na paisagem.

As áreas mais atingidas pelas infrações estão situadas ao longo de cursos d'água localizados em áreas de pastagens, principalmente próximas às áreas urbanas, denotando a pressão urbana existente no local.

A identificação da localização das áreas de ocorrência de conflitos com a legislação de APPs, assim como das áreas que se apresentam bem preservadas, permitirá aos órgãos responsáveis pela fiscalização e manutenção local buscar meios eficientes que visem reprimir os agressores e restabelecer as áreas culpadamente degradadas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, P. B. **Curso de Direito Ambiental**. São Paulo: Editora Renovar, 1990. 398 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2002. **Resolução Conama n<sup>o</sup> 303**. Disponível em: < [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama) > Acesso em 13/12/2008.

FRANCO, Maria de A. R. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Annablume: FAPESP, 2001. 296 p.

SANTOS, A.R. dos. **ArcGIS 9.1 total**: aplicações para dados espaciais. Vitória: Fundagres, 2007. 226 p.

SILVA, J.X.; ZAIDAN, R.T. (Org.). **Geoprocessamento e Análise Ambiental**: Aplicações. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 368 p.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – IEMA. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <[www.iema.es.gov.br](http://www.iema.es.gov.br)> Acesso em: 13/06/2008.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SEMMA – PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA. **APA Estadual do Mestre Álvaro (Lei Estadual n.º 4.507/1991)**. Disponível em: <[app.serra.es.gov.br/semma](http://app.serra.es.gov.br/semma)> Acesso em: 13/12/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SERRA – PMS. Documento vai definir gerenciamento da área de proteção ambiental do Mestre Álvaro. Disponível em: <[www.serra.es.gov.br/portal\\_pms](http://www.serra.es.gov.br/portal_pms)> Acesso em: 13/12/08.